

ПРИМЕНЕНИЕ ОДНОМЕРНЫХ СЕТЕЙ КОХОНЕНА В ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СТАНОЧНИКОВ

Гитис В. Б., Гитис Т. П.

Рассмотрена возможность совершенствования процедуры оценки уровня профессионального развития станочников за счёт применения средств искусственного интеллекта (одномерной сети Кохонена). Предложена система критериев оценки, сформированная исходя из того, что развитие персонала является процессом постоянного накопления знаний и умений, связанным с профессиональным обучением и практической деятельностью. Представлены результаты апробации предложенного подхода к оценке уровня профессионального развития станочников машиностроительного предприятия. Нейросетевая система оценки персонала способствует снижению трудоёмкости и длительности данной процедуры, повышению её объективности.

Розглянуто можливість удосконалення процедури оцінки рівня професійного розвитку верстатників за рахунок застосування засобів штучного інтелекту (одновимірній мережі Кохонена). Запропоновано система критеріїв оцінки, яка сформована виходячи з того, що розвиток персоналу є процесом постійного накопичення знань і умінь, пов'язаним з професійним навчанням і практичною діяльністю. Представлені результати апробації запропонованого підходу до оцінки рівня професійного розвитку верстатників машинобудівного підприємства. Нейромережева система оцінки персоналу сприяє зниженню трудомісткості і тривалості даної процедури, підвищенню її об'єктивності.

Possibility of perfection of procedure of estimation of level of professional development of machine-operators is examined due to application of facilities of artificial intelligence (to the one-dimensional network of Kohonen). The system of criteria of estimation, formed coming from that development of personnel is the process of permanent accumulation of knowledges and abilities, is offered, related to the vocational training and practical activity. The results of approbation of offered approach are presented near the estimation of level of professional development of machine-operators of machine-building enterprise. The system neural network of estimation of personnel is instrumental in the decline of labor intensiveness and duration of this procedure, increase of its objectivity.

Гитис В. Б.

канд. техн. наук, доц. кафедры ИСПР ДГМА
veniamin.gitis@dgma.donetsk.ua

Гитис Т. П.

ассистент кафедры ЭП ДГМА
tpg78@mail.ru

УДК 004.032.26

Гитис В. Б., Гитис Т. П.

ПРИМЕНЕНИЕ ОДНОМЕРНЫХ СЕТЕЙ КОХОНЕНА В ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СТАНОЧНИКОВ

Современные экономические условия хозяйствования предъявляют повышенные требования к уровню профессионального развития персонала и, в особенности, рабочих (станочников). Они должны обладать разносторонними техническими и научными знаниями, умением инициативно действовать; иметь развитое чувство ответственности; должны быть готовыми к освоению новых видов продукции, технологии, оборудования, профессии и места работы, т. е. приближаться по своему развитию, общему и профессиональному образованию к техническому специалисту. Таким образом, управление профессиональным развитием станочников является одним из приоритетных направлений, обеспечивающих успешную производственно-хозяйственную и экономическую деятельность машиностроительного предприятия [1, 2].

Значимость оценки персонала в управлении профессиональным развитием, заключается в том, что она является информационной поддержкой принятия большинства управленческих решений. При этом точность и объективность результатов оценки во многом зависит от методики ее проведения, а именно, сбора и обработки информационных данных, которые являются характеристиками (критериями оценки) персонала. При этом необходимо отметить, что общепринятые на данное время методики оценки имеют такие недостатки как трудоемкость, которая связана с широкой номенклатурой факторов оценки персонала (особенно в условиях крупных предприятий), сложность формализации процесса формирования шкалы оценки критериев, достоверность получения ожидаемых результатов оценки.

Целью данной работы является исследование возможности применения одномерных сетей Кохонена в оценке профессионального развития станочников машиностроительного предприятия.

Формирование системы критериев оценки уровня профессионального развития станочников (табл. 1) осуществлялось исходя из того, что развитие персонала является процессом постоянного накопления знаний и умений, связанным с профессиональным обучением и практической деятельностью [3].

Как видно из табл. 1, все переменные представляются действительными неотрицательными числами.

Значения переменной X1 «Уровень образования» кодируются в возрастающем порядке указанные выше образовательные уровни, достигнутые станочником, от «Среднего» до «Высшего».

Значения переменной X2 «Квалификационный разряд» соответствуют разрядам, присвоенным станочнику.

Переменная X3 «Сертификат квалификации» определяет наличие (значение «1») или отсутствие (значение «0») у станочника действующего квалификационного сертификата.

Переменная X4 «Смежные профессии» показывает, сколькими дополнительными профессиями владеет станочник помимо основной.

Переменная X5 «Повышение квалификации» указывает количество завершенных станочником образовательных программ за отчетный период.

Переменная X6 «Стаж работы» показывает общий стаж работы станочника по специальности. При этом не рассматриваются станочники, проработавшие менее одного года по специальности. Верхняя граница изменения переменной принята равной 50, однако при необходимости может быть скорректирована.

Таблица 1

Система критериев оценки профессионального развития станочников

Группировка		Критерии	Код переменной	Единица измерения	Диапазон изменения	Тип переменной
Критерии, характеризующие объём накопленных знаний	Прямые	Уровень образования	X1	балл	1...6	Целочисленная
		Квалификационный разряд	X2	балл	1...6	Целочисленная
		Сертификат квалификации	X3	–	0/1	Бинарная
		Смежные профессии	X4	шт	≥ 0	Целочисленная
		Повышение квалификации	X5	шт	≥ 0	Целочисленная
	Косвенные	Стаж работы	X6	год	1...50	Целочисленная
		Профессиональный статус	X7	шт	≥ 0	Целочисленная
Критерии, характеризующие эффективность использования накопленных знаний		Средний разряд работ	X8	балл	1...6	Непрерывная
		Качество труда	X9	шт	≥ 0	Целочисленная
		Объём выполненных работ	X10	час	0...3000	Непрерывная
		Табельное время	X11	час	0...3000	Целочисленная

Переменная X7 «Профессиональный статус» определяет суммарное количество профессиональных отличий и наград станочника, полученных за время трудовой деятельности. Сюда включается и его положение в коллективе, поддающееся фактическому подтверждению (например, наставничество, руководство бригадой и др.).

Значение переменной X8 «Средний разряд работ» показывает сложность выполненных станочником заданий в рассматриваемом периоде. Очевидно, что переменная X8 не может быть больше шести, что соответствует максимальному разряду в машиностроении и принимает дробные значения.

Переменная X9 «Качество труда» определяет общее количество случаев брака, допущенного станочником в рассматриваемом периоде.

Переменная X10 «Объём выполненных работ» указывает количество нормо-часов, сданных станочником в рассматриваемом периоде. Поскольку обычно начисление заработной платы осуществляется на основании этого показателя, то его значение приводится с повышенной точностью – до сотых долей часа. Или же расчет производится в минутах.

Переменная X11 «Табельное время» показывает объём присутствия станочника на предприятии. Она не требует такой точности, как переменная X10, и задается в часах.

Верхние границы факторов X10 и X11 заданы теоретически, исходя из количества дней в году. Уточнить значения границ этих факторов, так же как и факторов X4 – X6 и X9, можно на основе анализа совокупности конкретных данных, подлежащих обработке.

Возрастание всех переменных, за исключением X9 «Качество труда», должно повышать оценку уровня индивидуального профессионального развития станочника. И, наоборот, большое значение переменной X9 (объем брака) должно влиять на оценку негативно.

Таким образом, совокупность переменных X1 – X11 образует информационный поток, обеспечивающий процесс оценки уровня индивидуального профессионального развития станочников.

Рассмотрение отдельных критериев оценки профессионального развития как некоторой целостной системы позволяет сформулировать понятие «профессионального образа станочника», представляющего собой целостную совокупность сформированных в процессе обучения и трудовой деятельности признаков, характеризующую объём накопления и практического использования знаний и определяющую уровень профессионального развития станочника. Такое представление станочников как объектов, которые могут быть отнесены к тем или иным образам, позволяет сформулировать задачу оценки профессионального развития станочников как задачу распознавания образов, где под образами понимается некоторое конечное число уровней профессионального развития.

Одним из наиболее удачных средств решения задач распознавания образов являются нейронные сети.

Отсутствие целевого указателя уровня индивидуального профессионального развития станочников приводит к необходимости использования принципа самообучения нейронной сети (или обучения «без учителя»). Этот подход реализуется в классе нейронных сетей – сетях естественной классификации, формирующихся в результате неуправляемого самообучения на основе анализа предложенного массива информации. Одной из наиболее успешно применяемых нейросетевых парадигм, использующих концепцию обучения «без учителя», являются самоорганизующиеся карты Кохонена (сети Кохонена).

Для апробации предложенного подхода к оценке уровня профессионального развития станочников были использованы данные о станочниках механосборочного цеха ПАО «Новокраматорский машиностроительный завод» (НКМЗ), г. Краматорск, Украина, на основе которых построена одномерная сеть Кохонена. На ПАО НКМЗ шкалой измерения профессиональных качеств станочников служат присвоенные им разряды. В выбранном подразделении предприятия работают станочники второго, третьего, четвертого и пятого разрядов. Поэтому для уточнения распределения станочников предлагается распределить их тоже по четырем уровням индивидуального профессионального развития.

На входы сети (сигналы $x_1 \dots x_{11}$) подаются характеристики станочников. Наибольшее значение выхода (сигналы $y_1 \dots y_4$) одного из нейронов указывает на его победу и соответственно на то, что станочник относится к уровню, за который отвечает возбужденный нейрон.

В [4, 5] доказано, что в случае одномерной решетки алгоритм обучения Кохонена сходится к единственному состоянию после прохождения им этапа самоорганизации. То есть полученное решение по оценке станочников является единственным. Однако при этом заранее неизвестно, какие нейроны отвечают за какие уровни профессионального развития. Идентификация нейронов с точки зрения уровней профессионального развития должна производиться путем анализа распределения характеристик станочников по нейронам и тестирования сети. Нейроны сети являются ядрами классов, координаты которых записаны в весовых коэффициентах нейронов. Каждый весовой коэффициент настраивается на среднее значение той характеристики станочника, которая через него подается. Поэтому значения этих весовых коэффициентов соответствуют значениям характеристик «среднего» станочника данного уровня. В табл. 2 приведены координаты ядер в реальном масштабе данных.

Таблица 2

Координаты ядер классов

Номер нейрона	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
1	1,56	2	0	0,31	0,31	10,4	0	2,58	0,13	844,3	1008,3
2	1,20	3,4	0	0,93	0	26,9	0,07	3,06	0,27	909,0	865,3
3	4,33	3	0,50	0,42	1	10,1	0,42	3,20	0,17	1031,8	1139,7
4	1,50	3,9	0,43	0,11	0,36	26,2	0,93	3,38	0,18	1739,5	1471,9

Анализ векторов весовых коэффициентов нейронов показывает, что нейроны упорядочены по возрастанию качества объектов, на которые они реагируют. Это утверждение иллюстрируют характеристики векторов, приведенные в табл. 3.

Таблица 3

Характеристики векторов весовых коэффициентов нейронов

Номер нейрона	Длина вектора	Количество максимумов
1	0,393488	1
2	0,719249	2
3	0,786558	3
4	0,999181	5

Длина вектора вычислялась по следующей формуле:

$$L = \sqrt{\sum_{i=1}^{11} x_i^2 - x_9^2}, \forall i \neq 9, \tag{1}$$

где x_i – значение i -ой характеристики станочника.

Переменная X9 (объем брака) вычиталась из общей длины.

Третий столбец таблицы показывает, каким количеством максимальных значений весовых коэффициентов среди других нейронов обладает данный нейрон. Для переменной X9 (объем брака) выбиралось минимальное значение.

Наложение применяемого на предприятии метода оценки квалификации станочников (разряд станочников – переменная X2) позволяет сделать вывод, что первый нейрон возбуждается на станочников наиболее низкой квалификации, а четвертый – наиболее высокой. Учитывая свойство топологической упорядоченности сети, порядковые номера нейронов соответствуют уровням профессионального развития станочников, упорядоченных по возрастанию.

Одним из наглядных способов отображения результатов работы сети Кохонена является пузырьковая диаграмма. На рис. 2 представлена пузырьковая диаграмма, иллюстрирующая возрастание среднего разряда (переменная X8) выполненных работ станочниками от нейрона к нейрону. Помимо значения одного из признаков нейрона, пузырьковая диаграмма также показывает количество примеров (станочников), попавших в нейрон (числа на пузырьках на рис. 1). Причем размер пузырьков пропорционален этому количеству.

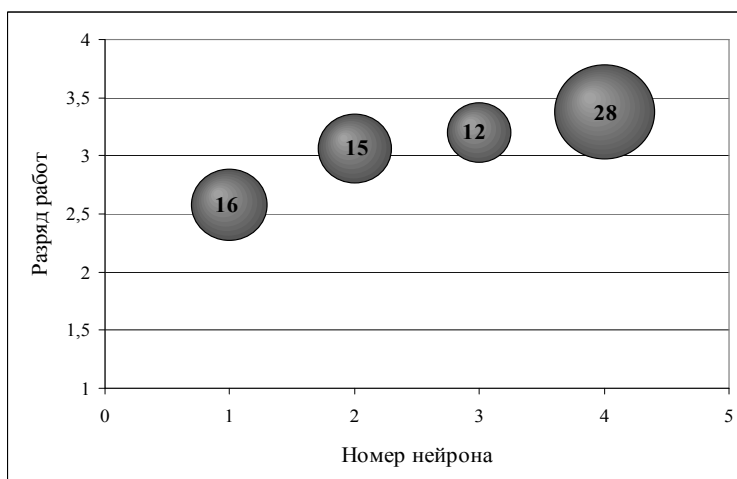


Рис. 1. Пузырьковая диаграмма для сети Кохонена

Также для проверки соответствия уровня профессионального развития уровню нейрона необходимо протестировать сеть, подав на ее вход станочников с известным уровнем квалификации, то есть пометить нейроны. В качестве меток были предложены станочники, представленные в табл. 4.

Таблица 4

Метки для тестирования сети Кохонена

Метка	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
Лучший	6	5	1	3	2	45	2	4,5	0	2520	1774
Худший	1	2	0	0	0	2	0	2,1	2	305	275
Средний	1,93	3,23	0,25	0,38	0,38	20,04	0,46	3,10	0,18	1242	1183

Метка «Лучший» задает гипотетического лучшего станочника, характеристики которого равны максимальным значениям в обучающей выборке (для переменной X9 – «Объем брака» задано минимальное значение). Соответственно метка «Худший» задает станочника с минимальными характеристиками (максимальным для брака). Метка «Средний» задает станочника с усредненными характеристиками станочников цеха. В результате подачи выбранных меток на вход карты, на «Лучшего» станочника возбудился четвертый нейрон, на «Худшего» – первый, а на «Среднего» – третий. Таким образом, тестирование сети характерными метками подтверждает определенное выше соответствие нейронов и уровней развития.

Изучение распределения по нейронам реальных станочников также подтверждает распределение уровней по нейронам.

ВЫВОДЫ

Нейросетевая система оценки персонала способствует её совершенствованию, а, именно:

- снижению трудоёмкости и длительности данной процедуры, что позволяет сократить сроки и повысить эффективность принимаемых коммерческих и управленческих решений, более рационально осуществлять организацию производства;
- повышению объективности полученных результатов оценки за счёт использования принципа обучения «без учителя».

Применение одномерной нейронной сети Кохонена позволяет разделить станочников на любое заданное число уровней профессионального развития. Увеличение числа уровней позволяет уточнить исходную оценку профессионализма. Распределение станочников по количеству уровней, равному количеству применяемых разрядов, дает возможность сравнить результаты двух альтернативных способов оценки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суков Г. С. *Управление развитием персонала на машиностроительном заводе. Теория и практика: [монография]* / Г. С. Суков, И. Я. Тупик; под ред. В. М. Данюка. – К. : КНЕУ, 2008. – 232 с.
2. Еськов А. Л. *Мотивационный механизм в системе производственного менеджмента: проблемы и решения* : [монография] / А. Л. Еськов; НАН Украины. Ин-т экономики пром.-ти. – Донецк : [б. и.], 2005. – 390 с.
3. Гитис Т. П. *Критерии оценки уровня профессионального развития производственных рабочих [Электронный ресурс]* / Т. П. Гитис // Вестник ДГМА : сб. науч. трудов. – Краматорск : ДГМА, 2008. – № 3E (14). – С. 225–229. – Режим доступа: <http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/VDDMA/2008-3e14/pdf/37.pdf>.
4. Anil K. J. *Artificial Neural Networks: A Tutorial* / K. J. Anil, Mao Jianchang, K. M. Mohiuddin // *Computer*. – 1996. – Vol. 29. – № 3. – P. 31–44.
5. Forte J. C. *Convergence of stochastic algorithm: From the Kushner and Clark theorem to the Lyapunov functional* / J. C. Forte, G. Pages // *Advances in Applied Probability*. – Vol. 28. – 1996. – P. 1072–1094.

Статья поступила в редакцию 26.10.2011 г.